



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 100 62 303 C 2

51 Int. Cl.⁷:
H 04 L 12/50
H 04 L 12/56
H 04 Q 7/20
H 04 B 7/26
G 08 C 17/02

21 Aktenzeichen: 100 62 303.4-31
22 Anmeldetag: 14. 12. 2000
43 Offenlegungstag: 11. 7. 2002
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 11. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
7 layers AG, 40880 Ratingen, DE

74 Vertreter:
Andrejewski, Honke & Sozien, 45127 Essen

72 Erfinder:
Meckelburg, Hans-Jürgen, Dr., 42329 Wuppertal,
DE; Horn, Michael, 46240 Bottrop, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

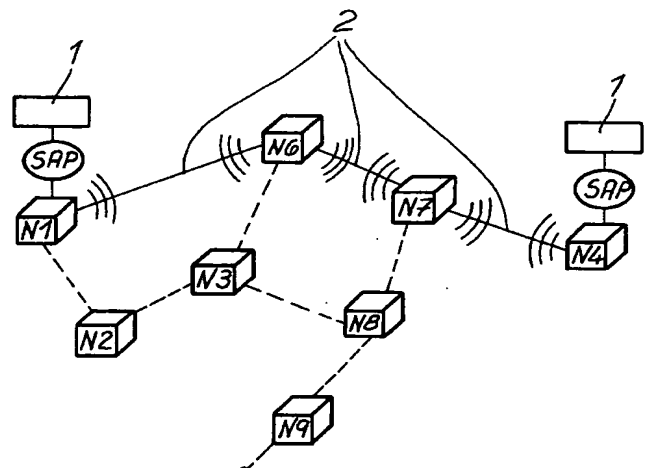
DE 197 37 897 C2
US 59 87 024
US 59 87 011

HOLLOS, Daniel: Feasibility Questions of
Synchronous Multi-Hop adhoc Networks, in High
Speed Networking Laboratory Autumn Workshop,
poster Presentation, Budapest 1999;
ERIKSSON, G.: The challenges of
voice-over-IP-over-
wireless. In: Ericsson Review, No. 1, 2000,
pp. 20-31;
HOLLOS, Daniel: Synchronisation of fully
distributed adhoc multi-hop wireless networks,
Poster presentation, Prag, 25. Mai 2000;

54 Verfahren zum Betrieb eines Ad Hoc-Netzwerkes zur drahtlosen Datenübertragung von synchronen und
asynchronen Nachrichten

57 Verfahren zum Betrieb eines Ad Hoc-Netzwerkes zur
drahtlosen Übertragung von synchronen und asynchronen
Nachrichten,
wobei das Netzwerk aus beliebig verteilten Netzknoten
aufgebaut ist, die jeweils eine Empfangseinrichtung mit
Eingabecontroller, eine Vermittlungsstelle und eine Sen-
deeinrichtung mit Ausgabecontroller aufweisen,
wobei für zu übertragende logische Verbindungen nach
einem Routingverfahren Übertragungswege von einem
Startknoten zu einem Zielknoten über zwischenliegende
Knoten festgelegt werden und
wobei die Knoten lokale Adress- und Steuerinformatio-
nen (LCI) verwalten, die den logischen Verbindungen zu-
geordnet sind und dem vorhergehenden Knoten des
Übertragungsweges mitgeteilt werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass Datenpakete nach einem Frequenzmultiplex-Verfah-
ren in Form von Symbolvektoren übertragen werden, die
aus einer fest vorgegebenen Anzahl von parallel übertra-
genen Symbolen und einem Kopf zur Identifizierung des
Symbolvektors bestehen,
dass zur Synchronisation der Send- und Empfangsein-
richtungen benachbarter Knoten eines Übertragungswe-
ges systemspezifische Symbolvektoren zyklisch übertra-
gen werden, deren Abstände einen Zeitrahmen definie-
ren,
dass innerhalb des Zeitrahmens eine Anzahl von Leervek-
toren übertragen werden, die zur Beseitigung von Syn-
chronfehlern zwischen Empfangs- und Sendeeinrichtun-
gen benachbarter Knoten bei Bedarf in einem Knoten ent-
fernt werden,
dass die Knoten des Übertragungsweges innerhalb des
Zeitrahmens Zeitschlitze für die Übertragung von syn-
chron zu übertragenden Datenpaketen einer logischen
Verbindung reservieren, wobei zu Beginn einer Synchron-
übertragung der logischen Verbindung ein Startsignal ge-
sendet wird, anschließend die Datenpakete in den vorher

festgelegten Zeitschlitzen übertragen werden und die
Synchronübertragung mit einem Stoppsignal abge-
schlossen wird, und
dass freie Zeitschlitze in den Knoten mit asynchron über-
tragbaren Datenpaketen aufgefüllt werden, die aus einem
Ausgangspuffer des Knotens ausgelesen werden.



DE 100 62 303 C 2

DE 100 62 303 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Ad Hoc-Netzwerkes zur drahtlosen Übertragung von synchronen und asynchronen Nachrichten, wobei das Netzwerk aus beliebig verteilten Netzknoten aufgebaut ist, die jeweils eine Empfangseinrichtung mit Eingabecontroller, eine Vermittlungsstelle und eine Sendeeinrichtung mit Ausgabecontroller aufweisen, wobei für zu übertragende logische Verbindungen nach einem Routingverfahren Übertragungswege von einem Startknoten zu einem Zielknoten über zwischenliegende Knoten festgelegt werden und

wobei die Knoten lokale Adress- und Steuerinformationen (LCI) verwalten, die den logischen Verbindungen zugeordnet sind und dem vorhergehenden Knoten des Übertragungsweges mitgeteilt werden.

[0002] Ein Ad Hoc-Netzwerk kommt ohne zentrale Netzelemente aus. Es wird von zufällig verteilten Netzknoten gebildet, welche die Datenübertragung sicherstellen. Jeder neue Knoten, der dazu kommt, wird nach einer festgelegten Prozedur in das Netzwerk integriert, das sich ohne organisatorische Abläufe selbst organisiert. Die Netzknoten auf dem Übertragungsweg zwischen einem Startknoten und einem Zielknoten übernehmen die Aufgabe eines Transferknotens mit einer Vermittlungsstelle (Switch). Die Knoten erhalten einen Nachrichtenblock (Symbol-Vektor) und übertragen diesen zu dem nächsten günstigen Knoten, bis letztlich die Nachricht am Zielknoten eingetroffen ist.

[0003] Bei einem aus DE-C 197 37 897 bekannten Verfahren zum Betrieb eines Ad Hoc-Netzwerkes werden die von den Knoten empfangenen Signale von dem jeweiligen Kanal auf einem hiervon verschiedenen Sendekanal umgesetzt, wobei die Umsetzung des auf dem Empfangskanal ankommenden Symbolstromes auf den Sendekanal symbolweise erfolgt. Die symbolweise Umsetzung bedeutet, dass an jedem Knoten lediglich eine Verzögerung in der Größenordnung von einer Symbolstelle des Symbolstromes erforderlich ist. Die Verzögerung hängt damit zusammen, dass eine Synchronisation der Symbolfolge auf den ankommenden Kanälen und den abgehenden Kanälen normalerweise nicht vorhanden ist, so dass eine gewisse Wartezeit erforderlich ist, bevor das abgehende Signal in Synchronisation mit den Sendekanälen ausgesandt werden kann. Die Verzögerung beträgt ein bis zwei Symbolstellen, welche sich auf dem Übertragungsweg addieren.

[0004] Ferner ist eine paketweise Datenübertragung zwischen den Stationen eines Datenübertragungsnetzes aus dem Internet bekannt. Hier werden Daten zu Paketen gebündelt, die über den jeweils günstigsten Übertragungsweg übermittelt werden. Die paketweise Übertragung ermöglicht die Übertragung großer Datenmengen. Allerdings ist eine schnelle Datenübertragung mit einer konstanten und kleinen Zeitverzögerung nicht sichergestellt.

[0005] In D. Hollos "Feasibility Questions of Synchronous Multihop adhoc Networks", Workshop Budapest 1999 und D. Hollos "Synchronisation of fully distributed adhoc multi-hop wireless networks", 25. Mai 2000, Prag, ist ein Verfahren zum Synchronisieren eines Ad Hoc-Netzes beschrieben, bei dem die Synchronisation benachbarter Knoten über einen eigenen Kanal mit eigener Frequenz vorgenommen wird. Eine asynchrone Übertragung von Datenpaketen ist nicht vorgesehen.

[0006] In US 5 987 024 ist ein selbst synchronisierendes Netzwerk beschrieben. Die Schrift behandelt das Problem, wie auf der Übertragungsseite eine Kollision festgestellt werden kann, wenn zwei Übertragungswege durch Taktabweichung innerhalb der beteiligten Knoten sich gegenseitig

beeinflussen. Das bekannte Verfahren ist für Übertragungsverfahren, welche als Frequenzmultiplex-Verfahren ausgeführt sind, nicht geeignet.

[0007] Zum technologischen Hintergrund gehören die Schriften US 5 987 011 und Ericsson Review No. 1, 2000, Seiten 20 bis 31. Beschrieben werden ein Routingverfahren in einem drahtlosen Ad Hoc-Netzwerk sowie ein zentral organisiertes Telekommunikationsnetz (UMTS).

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Ad Hoc-Netzwerkes zur drahtlosen Übertragung anzugeben, mit dessen Hilfe man Datenpakete auf Basis des Internetprotokolls (IP) bzw. des Asynchronous Transfer Mode Standards (ATM) sehr schnell und flexibel in einer vermaschten Netzkonfiguration übertragen kann.

[0009] Ausgehend von einem Verfahren mit den eingangs beschriebenen Merkmalen wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst,

dass Datenpakete nach einem Frequenzmultiplex-Verfahren in Form von Symbolvektoren übertragen werden, die aus einer fest vorgegebenen Anzahl von parallel übertragenen Symbolen und einem Kopf zur Identifizierung des Symbolvektors bestehen,

dass zur Synchronisation der Sende- und Empfangseinrichtungen benachbarter Knoten eines Übertragungsweges systemspezifische Symbolvektoren zyklisch übertragen werden, deren Abstände einen Zeitrahmen definieren, dass innerhalb des Zeitrahmens eine Anzahl von Leervektoren übertragen werden, die zur Beseitigung von Synchronfehlern zwischen Empfangs- und Sendeeinrichtungen benachbarter Knoten bei Bedarf in einem Knoten entfernt werden,

dass die Knoten des Übertragungsweges innerhalb des Zeitrahmens Zeitschlitz für die Übertragung von synchron zu übertragenden Datenpaketen einer logischen Verbindung reservieren, wobei zu Beginn einer Synchronübertragung der logischen Verbindung ein Startsignal gesendet wird, anschließend die Datenpakete in den vorher festgelegten Zeitschlitz übertragen werden und die Synchronübertragung mit einem Stoppsignal abgeschlossen wird, und dass freie Zeitschlitz in den Knoten mit asynchron übertragbaren Datenpaketen aufgefüllt werden, die aus einem Ausgangspuffer des Knotens ausgelesen werden.

[0010] Die Symbolvektoren beinhalten zum Einen das zu übertragende Datenpaket mit der maximalen Übertragungsgröße (Maximum Transmission Unit MTU) und einen minimalen Kopf (Header) zur Identifizierung des Symbolvektors. Ferner können die Symbolvektoren noch Elemente zur Signalisierung enthalten. Die einzelnen Symbolvektoren der verschiedenen logischen Verbindungen werden nacheinander in den Knoten verarbeitet und von einem Netzknoten zum anderen Netzknoten nach einem Frequenzmultiplex-Verfahren, das unter dem Begriff Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) an sich bekannt ist, übertragen. Der hierzu verwendete Symbolstrom der Informations- und Nachrichtenblöcke wird in eine definierte Anzahl von Teilströmen aufgeteilt, die dann auf eine entsprechende Zahl von Trägern digital moduliert werden.

[0011] Die zur Synchronisation der Sende- und Empfangseinrichtungen zwischen benachbarten Knoten übertragenen Symbolvektoren tragen eine bekannte Sequenz, z. B. M-Sequenz, die zyklisch gesendet wird und deren Abstand den Zeitrahmen, auch "Hyperframe" genannt, bildet. Die Sende- und Empfangseinrichtungen der Knoten können mit der M-Sequenz Funkkanalparameter messen und die Modulation einstellen sowie Synchronfehler zwischen den Knoten berechnen und ausgleichen. Innerhalb des Zeitrahmens wird ferner eine Anzahl von Leervektoren übertragen, die zur Be-

seitigung von Synchronfehlern zwischen Empfangs- und Sendeeinrichtung benachbarter Knoten bei Bedarf in einem Knoten entfernt werden.

[0012] Eine Fehlererkennung und -korrektur kann mit Hilfe von Forward Error Connection (FEC) Maßnahmen sowohl über einen Symbolvektor als auch über jeden parallel laufenden Symbolstrom erfolgen.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren vereint die Vorteile asynchron arbeitender Netzstrukturen mit den Vorteilen synchron arbeitender Netzstrukturen. Während asynchron arbeitende Netzstrukturen optimale Ergebnisse liefern für paketorientierte Applikationen, die keine zeitliche Bezugnahme zur Datenübertragung haben, benötigen Real Time-Applicationen wie "Voice Over IP" oder "Video On Demand" die Gewährleistung, dass die Datenpakete in einer definierten Zeit übertragen werden und Verzögerungen nicht überproportional variieren. Erfindungsgemäß werden Datenpakete, die keine überproportionale Verzögerung zulassen, synchron übertragen, wobei nach der Festlegung des Übertragungsweges durch ein Routingverfahren alle Knoten des Netzwerkes auf der Übertragungsstrecke entsprechende Zeitschlitz für die jeweilige logische Verbindung reservieren. Nach der Festlegung des Übertragungsweges für eine synchron übertragene logische Verbindung wird überprüft, ob die für die Synchronübertragung erforderlichen Zeitschlitz auf Funkkanälen zur Verfügung stehen. Alle Knoten des Übertragungsweges reservieren die Zeitschlitz und teilen den Vorgängerknoten die Adresseninformation und den reservierten Zeitschlitz mit. Bei der Festlegung des Übertragungsweges und der Zeitschlitz für eine synchron zu übertragende Verbindung kann der Fall eintreten, dass zwei unabhängige logische Verbindungen zufälligerweise zwischen zwei Knoten dieselben Zeitschlitz beanspruchen. In diesem Fall wird für eine der Verbindungen an einem Knoten eine Zeitverzögerung vorgeschlagen, wobei alle Zeitverzögerungen des Übertragungsweges von dem Startknoten bis zum Zielknoten addiert werden und die Summe der Zeitverzögerungen für die Synchronübertragungen einen Vorgabewert von vorzugsweise 150 Millisekunden nicht überschreiten darf. Wird der Grenzwert eingehalten, kann die Konstellation genutzt werden. Sollte die Zeitverzögerung nicht akzeptabel sein, dann muss das Routingverfahren einen alternativen Pfad suchen oder aber die Anforderung ablehnen, so dass eine synchrone Datenübertragung für die logische Verbindung nicht aufgebaut wird.

[0014] Bei paketorientierten Applikationen, die keine zeitliche Bezugnahme zur Datenübertragung haben, werden die anstehenden Datenpakete in entsprechend kleine Symbolvektoren aufgeteilt. Diese Symbolvektoren werden auf einem durch das Routingverfahren festgelegten Übertragungsweg asynchron übertragen. Bei der asynchronen Übertragung werden an den Knoten Zeitverzögerungen in Kauf genommen. Erfindungsgemäß werden freie Zeitschlitz, die nicht für Synchronübertragungen reserviert sind, in den Knoten mit den asynchron übertragbaren Symbolvektoren aufgefüllt. Auf diese Weise kann die vorhandene Netzkapazität voll ausgenutzt werden, ohne dass die Übertragungsgeschwindigkeit der zeitkritischen, synchron zu übertragenden Daten beeinträchtigt ist.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren verbindet die Vorteile der asynchronen Übertragungstechnik, z. B. ATM, und der synchronen Übertragungstechnik, z. B. Telekom Net, mit den außerordentlichen Vorteilen einer dezentralen funkbasierten Netzstruktur.

[0016] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Es zeigen schematisch

[0017] Fig. 1 den Aufbau eines Ad Hoc-Netzwerkes,

[0018] Fig. 2 die Struktur der erfindungsgemäß übertragenen Datenpakete,

[0019] Fig. 3 die Vermittlung der Datenpakete an den Knoten des Netzwerkes,

[0020] Fig. 4 das Prinzip der Datentübertragung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0021] Das in Fig. 1 dargestellte Netzwerk ist aus beliebig verteilten Netzknoten N aufgebaut, die jeweils eine Empfangseinrichtung mit Eingabecontroller, eine Vermittlungsstelle und eine Sendeeinrichtung mit Ausgabecontroller aufweisen. Das Netzwerk organisiert die Abläufe selbst, wobei zusätzliche Knoten nach einer festgelegten Prozedur in das Netzwerk integriert werden. Die Knoten N weisen definierte Dienstschnittstellen (SAP) zum Anschluss unterschiedlicher Applikationen 1 auf.

[0022] Für eine zu übertragene logische Verbindung wird nach einem Routingverfahren der Übertragungsweg 2 von einem Startknoten N1 zu einem Zielknoten N4 über zwischenliegende Knoten N6, N7 festgelegt, wobei die Knoten lokale Adress- und Steuerinformationen (Local Connection Identifier LCI) verwalten, die den logischen Verbindungen zugeordnet sind und den vorhergehenden Knoten des Übertragungsweges mitgeteilt werden.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Sende- und Empfangseinrichtungen benachbarter Knoten eines Übertragungsweges unter Verwendung zyklisch gesendeter Kennungen 3, deren Abstände einen Zeitrahmen Z definieren, synchronisiert. Die Datenpakete werden nach einem Frequenzmultiplex-Verfahren in Form von Symbolvektoren 4 übertragen, die aus einer fest vorgegebenen Anzahl von parallel übertragenen Symbolen S und einem Kopf (Header H) zur Identifizierung des Symbolvektors bestehen. Der Bereich Payload (PI) steht zur Übertragung der Nutzinformationen zur Verfügung. Ferner kann der Symbolvektor ein Element SCH zur Signalkontrolle aufweisen, die über mehrere Vektoren gebildet wird und zur Signalisierung zwischen zwei verbundenen Knoten dient. (Fig. 2)

[0024] In dem festgelegten Zeitrahmen Z werden auch systemspezifische Symbolvektoren 5 zur Synchronisation der Sende- und Empfangseinrichtungen benachbarter Knoten übertragen. Die systemspezifischen Symbolvektoren 5 tragen eine bekannte Sequenz, z. B. M-Sequenz, die zyklisch gesendet wird und deren Abstand den Zeitrahmen Z definiert. Die Sende- und Empfangseinrichtungen der Knoten können mit der M-Sequenz Funkkanalparameter messen und die Modulation einstellen sowie Synchronfehler zwischen den Knoten berechnen und ausgleichen. Ferner werden innerhalb des Zeitrahmens Z, der auch als "Hyperframe" bezeichnet wird, Leervektoren 6 eingebaut. Diese tragen keine Informationen und dienen dazu, Laufzeitunterschiede in den Knoten auszugleichen. Zur Beseitigung von Synchronfehlern zwischen den Empfangs- und Sendeeinrichtungen benachbarter Knoten werden bei Bedarf in einem Knoten solche Leervektoren 6 entfernt.

[0025] Der Fig. 3 entnimmt man, dass die an einem Knoten eintreffenden Symbolvektoren 4 von logischen Verbindungen A, B eines Empfangskanals auf einen hiervon verschiedenen Sendekanal geschaltet werden, wobei die zu einem Symbolvektor 4 gehörenden Symbole $S_1 \dots S_n$ parallel weitergeschaltet und übertragen werden.

[0026] Die Knoten des Übertragungsweges reservieren innerhalb des Zeitrahmens Zeitschlitz für die Übertragung von synchron zu übertragenden Datenpaketen einer logischen Verbindung, wobei zu Beginn einer Synchronübertragung der logischen Verbindung ein Startsignal gesendet wird, anschließend die Datenpakete in den vorher festgelegten Zeitschlitz übertragen werden und die Synchronübertragung mit einem Stoppsignal unterbrochen wird. Bei der

Festlegung eines Übertragungsweges für eine synchron zu übertragende logische Verbindung wird geprüft, ob die für die Synchronübertragung erforderlichen Zeitschlitzte auf Funkkanälen zur Verfügung stehen. Alle Knoten des Übertragungsweges reservieren daraufhin die Zeitschlitzte und teilen den Vorgängerknoten die Adressinformation und die reservierten Zeitschlitzte mit. Systembedingt können in einem Ad Hoc-Netz mehrere Applikationen konkurrierend zur gleichen Zeit Funkressourcen benötigen. Zwei unabhängige logische Verbindungen können somit zufälligerweise zwischen zwei Knoten dieselben Zeitschlitzte beanspruchen. [0027] Bei der Festlegung des Übertragungsweges und der Zeitschlitzte wird für eine synchron zu übertragende Verbindung an einem Knoten eine Zeitverzögerung vorgeschlagen, wenn zwei unabhängige logische Verbindungen zwischen zwei Knoten dieselben Zeitschlitzte beanspruchen, wobei alle Zeitverzögerungen des Übertragungsweges von dem Startknoten bis zum Zielknoten addiert werden und die Summe der Zeitverzögerung für die Synchronübertragung den Vorgabewert nicht überschreiten darf. Dies soll anhand des in Fig. 4 dargestellten Beispiels erläutert werden. [0028] Die Figur zeigt eine typische Realisierung mit zwei konkurrierenden Applikationen. Im Beispiel überträgt die Applikation A zwei Symbolvektoren 4 über Knoten N1, N3 und N4 und die Applikation B drei Symbolvektoren 4' über die Knoten N2, N1 und N3. Die Zeiträume Z sind synchronisiert, d. h. alle M-Sequenzvektoren starten zur gleichen Zeit. Systembedingt können auf dem Kanal C4 nicht zur gleichen Zeit die Symbolvektoren 4, 4' der Applikationen A und B übertragen werden, daher wird die Applikation B im Knoten N1 verzögert. Insgesamt ergeben sich bei der dargestellten Konstellation für die Applikation A drei Verzögerungseinheiten TS und für die Applikation B insgesamt vier Verzögerungseinheiten TS. [0029] In Fig. 4 ist dargestellt, dass freie Zeitschlitzte 7 zur Verfügung stehen, die für synchron zu übertragende Datenpakete nicht benötigt werden. Diese freien Zeitschlitzte werden in den Knoten mit asynchron übertragbaren Datenpaketen aufgefüllt, die aus einem Ausgangspuffer des Knotens ausgelesen werden. Die asynchrone Datenübertragung unter Ausnutzung freier Zeitschlitzte wird für alle paketorientierten Applikationen genutzt, die keine zeitliche Bezugnahme zur Datenübertragung haben. Die Synchronübertragung bleibt Real Time-Applikationen wie "Voice Over IP" oder "Video On Demand" vorbehalten. Hier kann die gesamte Kapazität eines Symbolvektors zur Übertragung der Nutzinformationen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Ad Hoc-Netzwerkes zur drahtlosen Übertragung von synchronen und asynchronen Nachrichten, wobei das Netzwerk aus beliebig verteilten Netzknoten aufgebaut ist, die jeweils eine Empfangseinrichtung mit Eingabecontroller, eine Vermittlungsstelle und eine Sendeeinrichtung mit Ausgabecontroller aufweisen, wobei für zu übertragende logische Verbindungen nach einem Routingverfahren Übertragungswege von einem Startknoten zu einem Zielknoten über zwischenliegende Knoten festgelegt werden und wobei die Knoten lokale Adress- und Steuerinformationen (LCI) verwalten, die den logischen Verbindungen zugeordnet sind und dem vorhergehenden Knoten des Übertragungsweges mitgeteilt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass Datenpakete nach einem Frequenzmultiplex-Verfahren in Form von Symbolvektoren übertragen werden.

den, die aus einer fest vorgegebenen Anzahl von parallel übertragenen Symbolen und einem Kopf zur Identifizierung des Symbolvektors bestehen, dass zur Synchronisation der Sende- und Empfangseinrichtungen benachbarter Knoten eines Übertragungsweges systemspezifische Symbolvektoren zyklisch übertragen werden, deren Abstände einen Zeiträumen definieren, dass innerhalb des Zeiträumen eine Anzahl von Leervektoren übertragen werden, die zur Beseitigung von Synchronfehlern zwischen Empfangs- und Sendeeinrichtungen benachbarter Knoten bei Bedarf in einem Knoten entfernt werden, dass die Knoten des Übertragungsweges innerhalb des Zeiträumen Zeitschlitzte für die Übertragung von synchron zu übertragenden Datenpaketen einer logischen Verbindung reservieren, wobei zu Beginn einer Synchronübertragung der logischen Verbindung ein Startsignal gesendet wird, anschließend die Datenpakete in den vorher festgelegten Zeitschlitzten übertragen werden und die Synchronübertragung mit einem Stoppsignal abgeschlossen wird, und dass freie Zeitschlitzte in den Knoten mit asynchron übertragbaren Datenpaketen aufgefüllt werden, die aus einem Ausgangspuffer des Knotens ausgelesen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Fehlererkennung und -korrektur über einen Symbolvektor und/oder über einen parallel laufenden Symbolstrom erfolgt.

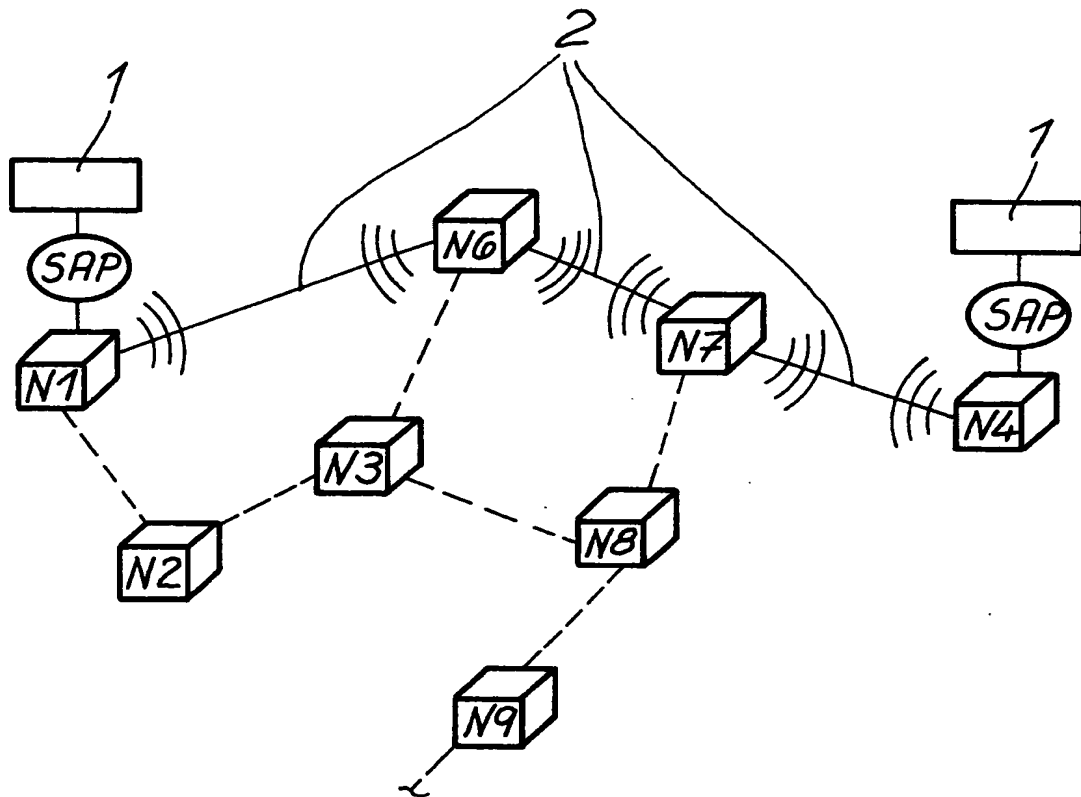
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Festlegung eines Übertragungsweges einer synchron zu übertragenden logischen Verbindung geprüft wird, ob die für die Synchronübertragung erforderlichen Zeitschlitzte auf Funkkanälen zur Verfügung stehen, und dass alle Knoten des Übertragungsweges die Zeitschlitzte reservieren und den Vorgängerknoten die Adressinformationen und den reservierten Zeitschlitz mitteilen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Festlegung des Übertragungsweges und der Zeitschlitzte für eine synchron zu übertragende Verbindung an einem Knoten eine Zeitverzögerung vorgeschlagen wird, wenn zwei unabhängige logische Verbindungen zwischen zwei Knoten dieselben Zeitschlitzte beanspruchen, wobei alle Zeitverzögerungen des Übertragungsweges von dem Startknoten bis zum Zielknoten addiert werden und die Summe der Zeitverzögerung für die Synchronübertragung einen Vorgabewert nicht überschreiten darf.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die an einem Knoten eintreffenden Symbolvektoren eines Empfangskanals auf einen hiervon verschiedenen Sendekanal geschaltet werden, wobei die zu einem Symbolvektor gehörenden Symbole parallel weitergeschaltet und übertragen werden.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



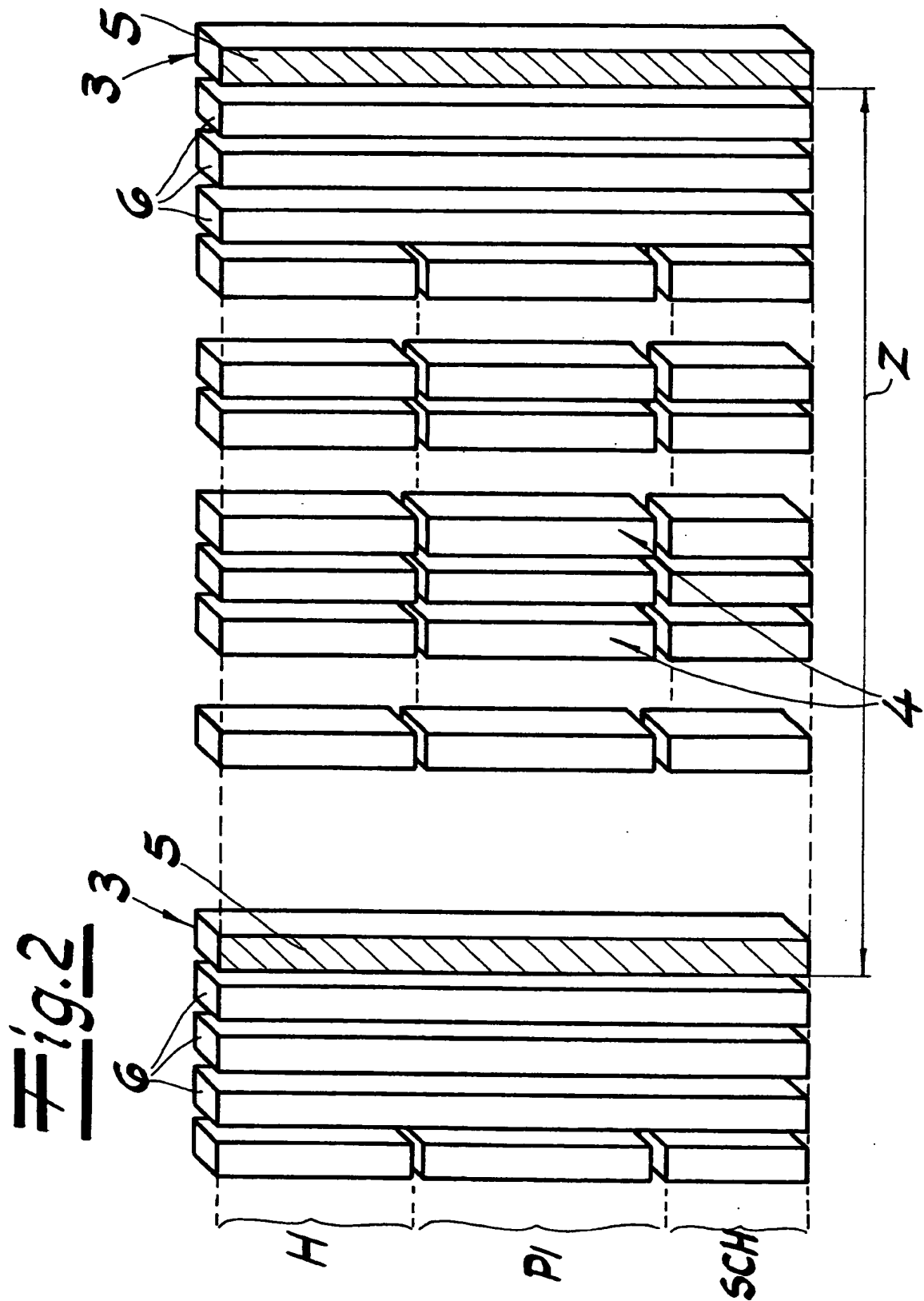


Fig.3

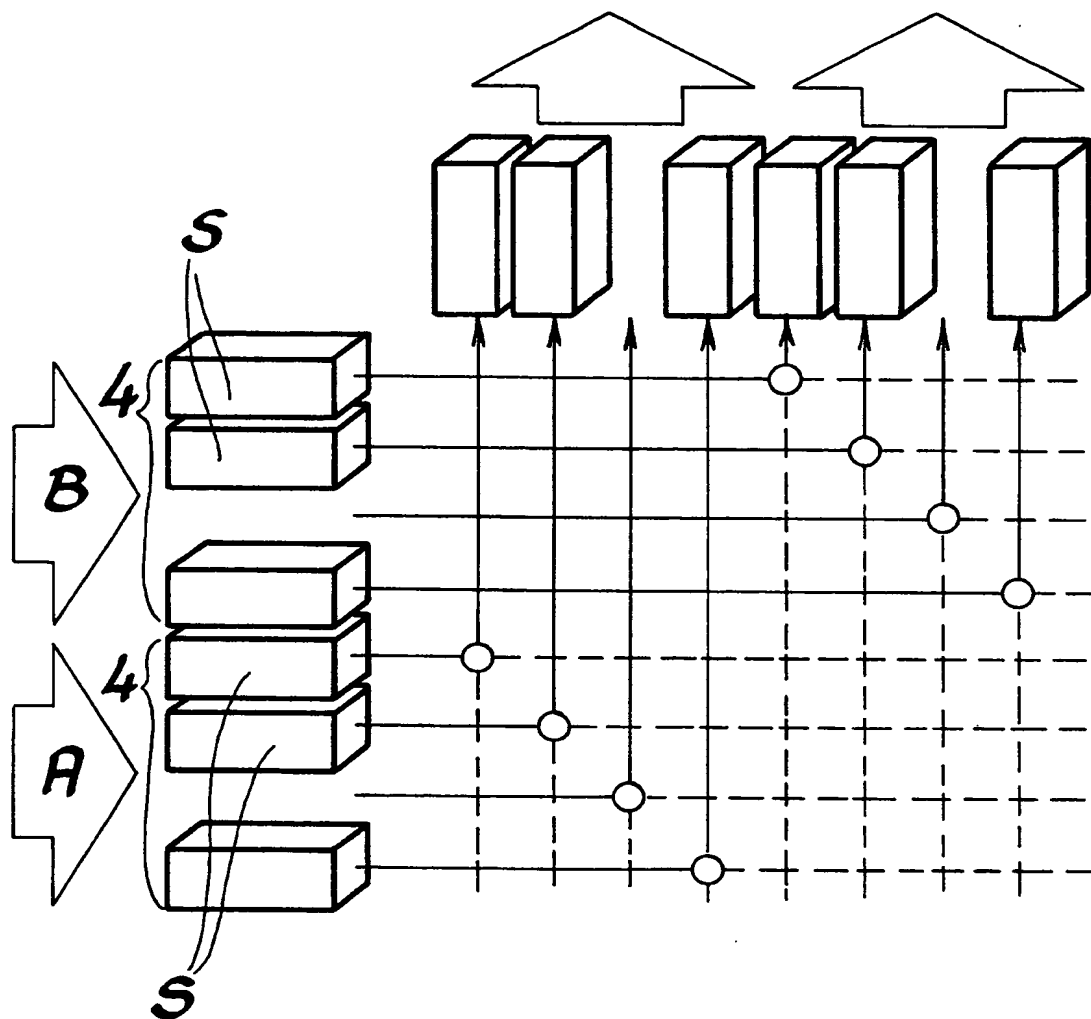


Fig. 4

